

AM: PAT 1994-127227

TI: Transformer winding for power transformer, HF=LF converter, pulse transformer or Cuk-converter has primary and secondary coils of flexible braid of insulated individual wires braided together

PN: DE4233898-A1

PD: 14.04.1994

AB: The winding has at least a primary and a secondary coil. A flexible braid (12) of several narrow individually insulated wires provides a high degree of coupling between the primary and secondary coils. The wires are tightly braided together either individually or with several combined in parallel. The primary and secondary coils are each formed by bundles (15, 16, 17) of a freely selectable number of individual wires. The number of wires in the primary and secondary coils may or may not be the same.; Provides almost perfect coupling between primary and secondary coils resulting in very good dynamic properties. Has low stray inductance and low cost.

PA: (BOSC ) BOSCH GMBH ROBERT;

IN: KNUETEL M; KOLBERG K;

FA: DE4233898-A1 14.04.1994; IT1272705-B 26.06.1997;

FR2696865-A1 15.04.1994; JP06224052-A 12.08.1994;

CO: DE; FR; IT; JP;

IC: H01F-000/00; H01F-015/14; H01F-027/28; H01F-031/00;

MC: V02-F01; V02-G01A; V02-G02B;

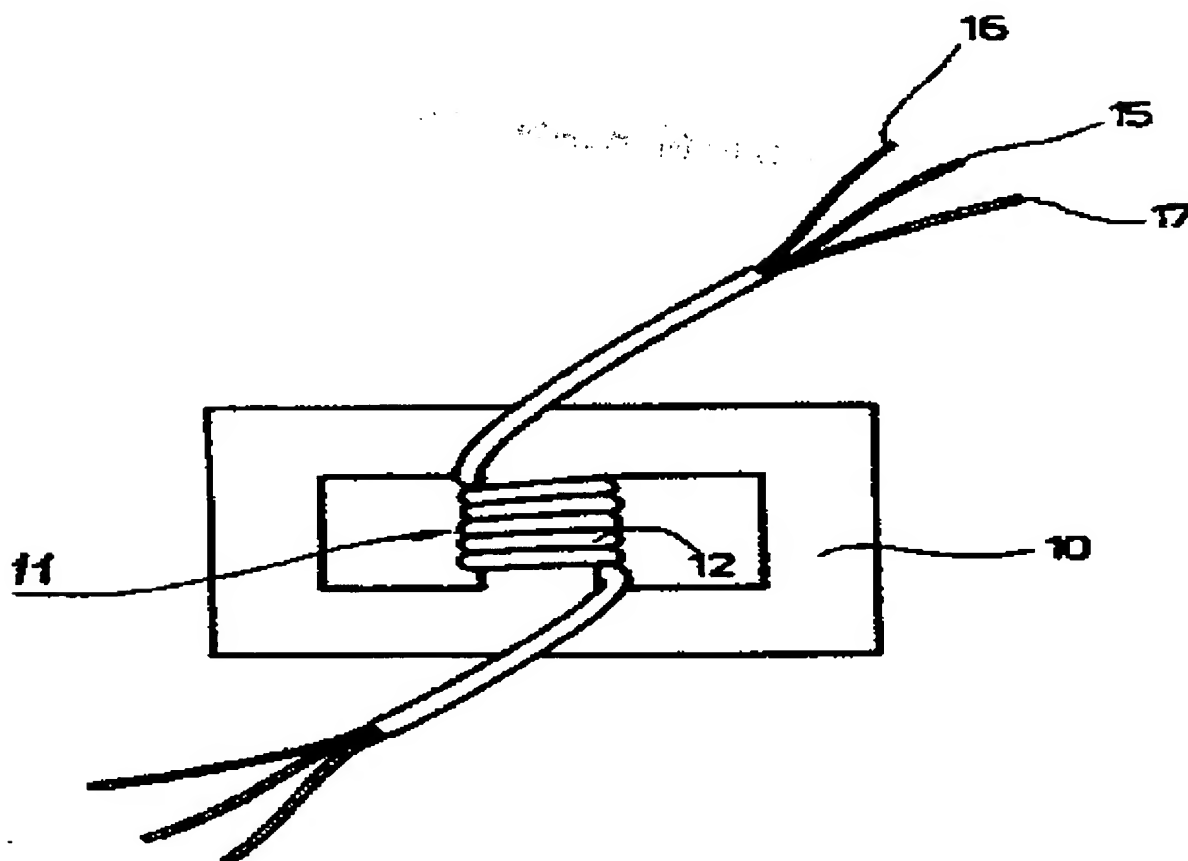
DC: V02;

FN: 1994127227.gif

PR: DE4233898 08.10.1992;

FP: 14.04.1994

UP: 26.06.1997



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[16]

2002 P 09792



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 42 33 898 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
H 01 F 27/28  
H 01 F 15/14

85

②1 Aktenzeichen: P 42 33 898.0  
②2 Anmeldetag: 8. 10. 92  
④3 Offenlegungstag: 14. 4. 94

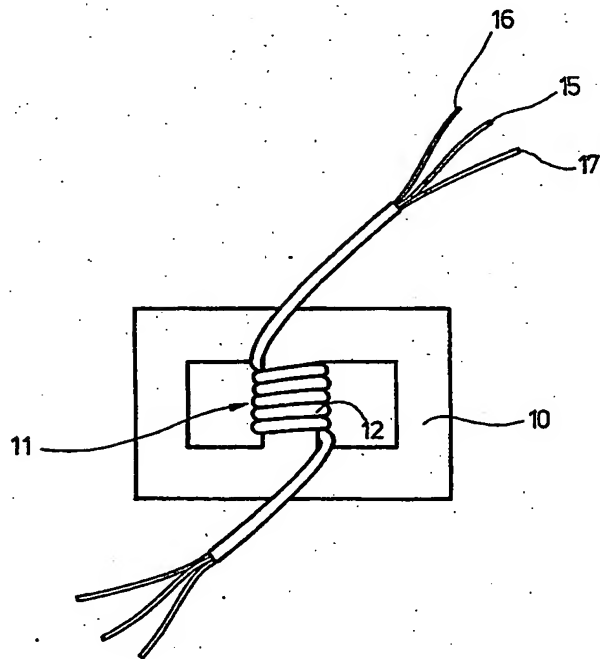
DE 42 33 898 A 1

⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Kolberg, Kay, Dipl.-Ing. (FH), 2300 Kiel, DE; Knuetel,  
Manfred, Dipl.-Ing., 6729 Woerth, DE

⑤4 Transformatorwicklung

⑤7 Bei einer Transformatorwicklung mit mindestens einer Primär- und mindestens einer Sekundärwicklung wird zur Realisierung eines extrem guten Kopplungsgrades zwischen der Primär- und Sekundärwicklung eine flexible Litze (12) aus einer Vielzahl von querschnittskleinen, gegeneinander isolierten Einzeldrähten verwendet, die einzeln oder unter parallelem Zusammenfassen von mehreren innig miteinander verseilt sind. Die Primär- und Sekundärwicklung wird jeweils durch Bündel (15, 16, 17) aus einer willkürlich wählbaren Zahl von Einzeldrähten (13) gebildet (Fig. 2).



DE 42 33 898 A 1

## Stand der Technik

Die Erfindung betrifft eine Transformatorwicklung der im Oberbegriff des Anspruchs 1 definierten Gattung.

Bei Transformatorwicklungen werden üblicherweise die mindestens eine Primär- und Sekundärwicklung nacheinander auf den Transformator kern oder auf einen Spulenträger oder -körper aufgewickelt, der anschließend auf den Transformator kern aufgeschoben wird. Es sind auch schon Transformatorwicklungen bekannt, bei welchen die Wicklungsleitungen erst miteinander verdreht werden und anschließend die Wicklung auf den Transformator kern oder auf den Spulenträger aufgebracht wird. Bei solchen Transformatorwicklungen ist ein nur mäßiger Kopplungsgrad zwischen den Wicklungen der Primär- und Sekundärseite erreichbar.

## Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Transformatorwicklung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil einer nahezu idealen Kopplung zwischen den einzelnen Wicklungen auf der Primär- und Sekundärseite, aus welcher sehr gute dynamische Eigenschaften eines mit einer solchen Wicklung ausgestatteten Transformators resultieren. Insbesondere sei hier auf die kleinen Streuinduktivitäten des Transformators verwiesen. Die Fertigungskosten der Wicklungsspule sind gering, da nur eine Wicklung, nämlich die flexible Litze, aufgewickelt werden muß. Bei Verwendung eines Spulenkörpers oder -trägers kann dieser sehr einfach gestaltet werden. Aufgrund des extrem geringen Querschnitts der Einzeldrähte und der Vielzahl der Einzeldrähte kann ein hoher Kupferfüllfaktor erreicht werden. Die galvanische Trennung der Einzelwicklungen ist durch die Isolierung der Einzeldrähte sichergestellt, die vorzugsweise als Kupferlackdrähte ausgeführt werden.

Durch die in den weiteren Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Anspruch 1 angegebenen Transformatorwicklung möglich.

Bei einem Übersetzungsverhältnis 1 : 1 zwischen Primär- und Sekundärwicklung werden vorteilhaft zwei Bündel mit der gleichen Anzahl von Einzeldrähten verwendet, wodurch eine gleiche Strombelastung der Einzelwicklungen sichergestellt wird.

Soll ein von "1" abweichendes Übersetzungsverhältnis realisiert werden, so wird gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung mindestens ein Bündel in Strängen mit gleicher Einzeldrahtanzahl unterteilt und die Stränge dieses Bündels in Reihe geschaltet. Das Verhältnis der Anzahl von hintereinander geschalteten Strängen in den Bündeln bestimmt das Übersetzungsverhältnis zwischen den durch die Bündel realisierten Wicklungen. Weist beispielsweise die flexible Litze 60 Einzeldrähte auf, so kann ein Übersetzungsverhältnis 1 : 2 zwischen Primär- und Sekundärwicklung dadurch realisiert werden, daß die Litze in zwei Bündel zu je 30 Einzeldrähten unterteilt wird. Das die Sekundärwicklung repräsentierende Bündel wird in zwei Stränge von jeweils 15 Einzeldrähten aufgeteilt, und die beiden Stränge werden hintereinander geschaltet. Das Übersetzungsverhältnis  $u = N_1:N_2$  beträgt dann 1 : 2, da

durch die Hintereinanderschaltung der beiden Stränge zu je 15 Einzeldrähten die Sekundärwicklung die doppelte Anzahl von Windungen aufweist. Da bei Transformatorwicklungen das Verhältnis der in den Wicklungen fließenden Ströme  $I_1, I_2$  umgekehrt proportional zu deren Windungszahlverhältnis ist, ist der Strom  $I_1$  in der Primärwicklung doppelt so groß wie der Strom  $I_2$  in der Sekundärwicklung. Aufgrund der 30 parallelgeschalteten Einzeldrähte in der Primärwicklung steht hier ein doppelt so großer Leitungsquerschnitt zur Verfügung wie in der Sekundärwicklung mit ihren 15 parallelen Einzeldrähten. Somit ist die Strombelastung in beiden Wicklungen automatisch gleich groß und damit optimal dimensioniert.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird mindestens ein Einzeldraht in der flexiblen Litze als Schirmwicklung verwendet. Die Schirmwicklung kann grundsätzlich frei beschaltet werden. Bevorzugt läßt man einen Anschluß unbeschaltet, während der andere Anschluß mit der Masse, der Versorgung oder externen Bauelementen beschaltet wird.

Gemäß einer zweckmäßigen Ausführungsform der Erfindung wird als flexible Wickellitze eine Hochfrequenzlitze verwendet. Solche Hochfrequenzlitzten sind bekannt und werden bei Hochfrequenzanwendungen eingesetzt, um die Wicklungsverluste durch Skin- und Proximity-Effekte zu senken.

Die erfindungsgemäße Transformatorwicklung ist universell einsetzbar und kann aufgrund ihres sehr hohen Kopplungsgrades insbesondere mit Vorteil bei Leistungstransformatoren, bei HF-NF-Überträgern, bei Pulstransformatoren oder Cuk-Konvertern eingesetzt werden.

## Zeichnung

Die Erfindung ist anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine vergrößerte perspektivische Darstellung eines Abschnitts einer flexiblen Wickellitze für eine Transformatorwicklung,

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Transformators, dessen Transformatorwicklung aus der Wickellitze gemäß Fig. 1 besteht,

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Transformators mit einer modifizierten Transformatorwicklung aus der flexiblen Wickellitze gemäß Fig. 1.

## Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Der in Fig. 2 schematisch skizzierte Transformator weist einen dreischenkelligen Transformator kern 10 und eine auf den Mittelschenkel des Transformator kerns aufgebrachte Transformatorwicklung 11 auf. Die Transformatorwicklung 11 kann dabei unmittelbar auf den Mittelschenkel oder auf einen Spulenkörper aufgewickelt sein, der dann über den Mittelschenkel des Transformator kerns 10 gesteckt wird.

Die spulenförmige Transformatorwicklung 11 ist aus einer flexiblen Litze 12 gewickelt, wie sie in Fig. 1 ausschnittsweise vergrößert dargestellt ist. Diese flexible Litze 12 besteht aus einer Vielzahl von querschnittskleinen Einzeldrähten 13, die gegeneinander isoliert sind. Bevorzugt werden Kupferlackdrähte mit beispielsweise einem Durchmesser von 0,1 mm verwendet. Diese Einzeldrähte 13 sind einzeln oder unter Zusammenfassung von mehreren parallelen Einzeldrähten 13 innig mitein-

ander verseilt, so daß die Litze 12 nach außen hin den Betrachter als homogenes Gefüge erscheint. In Einzelfällen kann die Litze 12 außen noch mit Seide 14 umspinnen sein.

Bei dem in Fig. 2 schematisch skizzierten Transformator weist die Transformatorwicklung 11 eine Primärwicklung und zwei Sekundärwicklungen auf. Zur Realisierung dieser Transformatorwicklung 11 ist eine flexible Litze 12 mit insgesamt 90 Einzeldrähten verwendet. Jeweils 30 Einzeldrähte sind zu einem Bündel 15, 16 bzw. 17 zusammengefaßt, wobei das Bündel 15 die Primärwicklung und die Bündel 16 und 17 die beiden Sekundärwicklungen bilden. Das Übersetzungsverhältnis der Transformatorwicklung 11 in Fig. 2 beträgt damit 1:1:1.

Die in Fig. 3 skizzierte Transformatorwicklung 20 weist ebenfalls eine Primärwicklung und zwei Sekundärwicklungen auf. Das Übersetzungsverhältnis der Wicklungen zwischen Primärwicklung und erster und zweiter Sekundärwicklung ist gewählt zu 1:2:6. Hierzu ist eine flexible Litze 12 mit insgesamt 180 Einzeldrähten gewählt. Die Einzeldrähte sind in drei Bündel 21, 22 und 23 zu je 60 Einzeldrähten aufgeteilt. Das Bündel 21 mit seinen 60 parallelen Einzeldrähten bildet die Primärwicklung, deren beiden Enden an die Klemmen W11 und W12 einer Klemmleiste 24 angeschlossen sind. Das Bündel 22 bildet die erste Sekundärwicklung und ist in zwei Strängen 221 und 222 zu je 30 Einzeldrähten unterteilt. Die beiden Stränge 221 und 222 sind elektrisch hintereinander geschaltet, wozu das eine Ende des Stranges 221 an die Klemme W21, das andere Ende des Stranges 222 an die Klemme 25, das eine Ende des Stranges 222 an die Klemme 26 und das andere Ende desselben Stranges 222 an die Klemme W22 der Klemmleiste 24 angeschlossen sind. Die Klemmen 25 und 26 sind durch eine elektrische Leitung 27 miteinander verbunden. Der Querschnitt dieser Leitung 27 wird entsprechend dem Kupferquerschnitt der Stränge 221 und 222 ausgelegt. Die Klemmen W21 und W22 bilden die Anschlüsse der ersten Sekundärwicklung, die gegenüber der Primärwicklung die doppelte Windungszahl aufweist. Das die dritte Sekundärwicklung bildende Bündel 23 ist in insgesamt sechs Stränge 231—236 zu je zehn Einzeldrähten 13 unterteilt. Alle Stränge 231—236 sind hintereinander geschaltet. Die Wicklungsenden der dritten Sekundärwicklung sind an die Klemmen W31 und W32 der Klemmleiste 24 gelegt. Die Einzelstränge 231—236 sind in der in Fig. 3 dargestellten Weise an die Klemmen W31 und W32 sowie 41—50 angeschlossen. Die Klemmen 41—50 sind über insgesamt fünf Leitungen 35—39 miteinander verbunden. Der Querschnitt dieser Leitungen 35—39 entspricht dem Summenquerschnitt der 10 Einzeldrähte in den 6 Strängen. Die dritte Sekundärwicklung weist damit eine sechsmal so hohe Windungszahl wie die Primärwicklung und eine dreifach so hohe Windungszahl wie die erste Sekundärwicklung auf. Der für den Stromfluß der zweiten Sekundärwicklung zur Verfügung stehende Querschnitt ist sechsmal kleiner als der Kupferquerschnitt der Primärwicklung und dreimal kleiner als der Querschnitt der zweiten Sekundärwicklung, deren Kupferquerschnitt halb so groß ist wie der der Primärwicklung. Da bei Transformatoren das Verhältnis der in den Wicklungen fließenden Transformatorströme  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  umgekehrt proportional Windungszahlen der Wicklungen ist, ist die Strombelastung aller drei Wicklungen der Transformatorwicklung 20 gleich groß und damit automatisch optimal dimensioniert.

Es ist natürlich auch möglich, auf die Klemmen 25, 26 und 41—50 sowie die Leitungen 27 und 35—39 zu verzichten und die an diesen Klemmen 25, 26 und 41—50 belegten Stränge 221 und 222 sowie 231—236 unmittelbar miteinander zu verbinden. Die Klemmleiste 24 weist dann nur noch die Anschlußklemmen W11, W12 für die Primärwicklung W21, W22 für die erste Sekundärwicklung und W31, W32 für die zweite Sekundärwicklung auf.

Zur Abschirmung der Transformatorwicklung 11 oder 20 wird ein Einzeldraht verwendet, der frei beschaltet werden kann. Bevorzugt läßt man einen Anschluß unbeschaltet, während der andere Drahtanschluß mit der Masse oder externen Bauelementen verbunden wird.

Als flexible Litze 12 zur Herstellung der Transformatorwicklungen 11 (Fig. 2) und der Transformatorwicklung 20 (Fig. 3) wird auf an sich bekannte Hochfrequenzlitzen zurückgegriffen; die im Markt erhältlich sind und für Hochfrequenzanwendungen herangezogen werden, um durch Skin- und Proximity-Effekte hervorgerufene Wicklungsverluste zu reduzieren.

Die vorstehend beschriebene Transformatorwicklung 11 kann mit Vorteil in Leistungstransformatoren HF-NF-Übertrager, Pulstransformatoren und sog. Cuk-Konverter eingesetzt werden. Cuk-Konverter oder Cuk-Wandler haben den Vorteil, daß bei richtiger Dimensionierung der Komponenten der Ausgangs- oder Eingangsstrom des Konverters oder Wandlers nahezu keine Welligkeit aufweist. Dadurch kann der Eingangs- oder der Ausgangskondensator in seinem Kapazitätswert deutlich kleiner gewählt werden als es bei anderen Sperrwandlern üblich ist. Dies führt zu Einsparungen von Bauraum und Kosten und zu einer Verbesserung des Abstrahlverhaltens des Wandlers. Durch die vorstehend beschriebene Transformatorwicklung sind die einzelnen Wicklungen des Transformators extrem gut miteinander gekoppelt, so daß die vorstehend beschriebenen Vorteile des Cuk-Konverters voll ausgenutzt werden können.

#### Patentansprüche

1. Transformatorwicklung mit mindestens einer Primär- und mindestens einer Sekundärwicklung, gekennzeichnet durch eine spulenförmig gewickelte flexible Litze (12) aus einer Vielzahl von querschnittskleinen, gegeneinander isolierten Einzeldrähten, z. B. Kupferlackdrähten, die einzeln oder unter paralleler Zusammenfassung von mehreren miteinander innig verseilt sind, und dadurch, daß die Primär- und Sekundärwicklung jeweils durch Bündel (15, 16, 17; 21, 22, 23) aus einer willkürlich wählbaren Zahl von Einzeldrähten (13) gebildet sind.
2. Wicklung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die jeweiligen Wicklungen (Primär- oder Sekundärwicklung) realisierenden Bündel (15, 16, 17; 21, 22, 23) von Einzeldrähten (13) die gleiche Einzeldrahtanzahl aufweisen.
3. Wicklung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Bündel (22, 23) von Einzeldrähten (13) in Strängen (221, 222, 231—236) unterteilt ist und daß die Stränge (221, 222, 231—236) dieses Bündels (22, 23) in Reihe geschaltet sind.
4. Wicklung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Anzahl von hinter-

einander geschalteten Strängen (221, 222, 231—236) innerhalb der Bündel (22, 23) gleich dem gewünschten Übersetzungsverhältnis der durch diese Bündel (21—23) realisierten Wicklungen gewählt ist.

5. Wicklung nach einem der Ansprüche 1—4, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Einzeldraht (13) als Schirmwicklung verwendet wird.

6. Wicklung nach einem der Ansprüche 1—5, dadurch gekennzeichnet, daß als Wickellitze (13) eine an sich bekannte Hochfrequenzlitze verwendet wird.

7. Wicklung nach einem der Ansprüche 1—6, dadurch gekennzeichnet, daß die Wickellitze (12) auf einen Transformatorkern (10) aufgebracht ist.

8. Wicklung nach einem der Ansprüche 1—5, gekennzeichnet durch ihre Verwendung in einem Leistungstransformator, HF-NF-Übertrager, Puls-  
transformator oder Cuk-Konverter.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

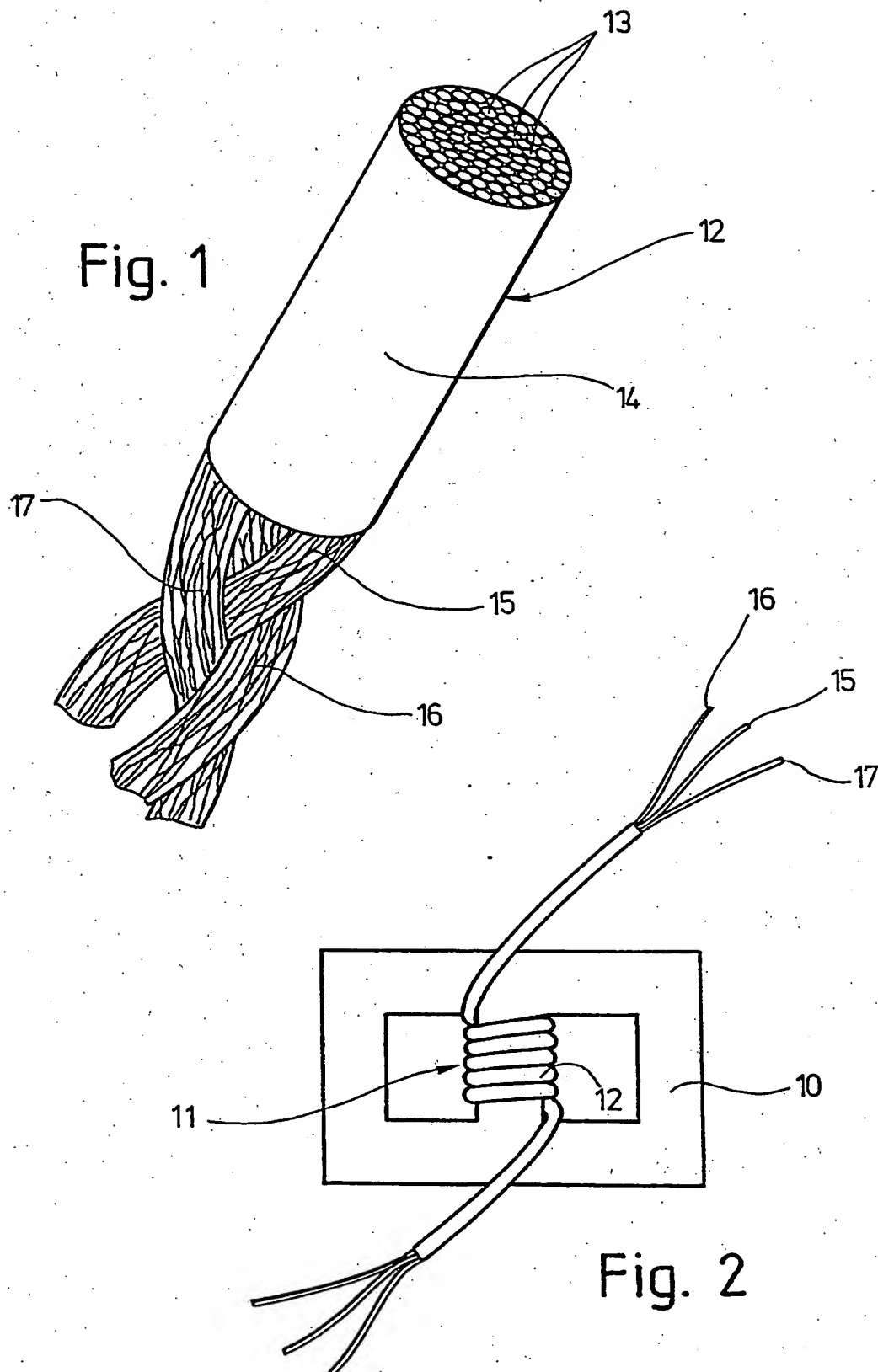
45

50

55

60

65



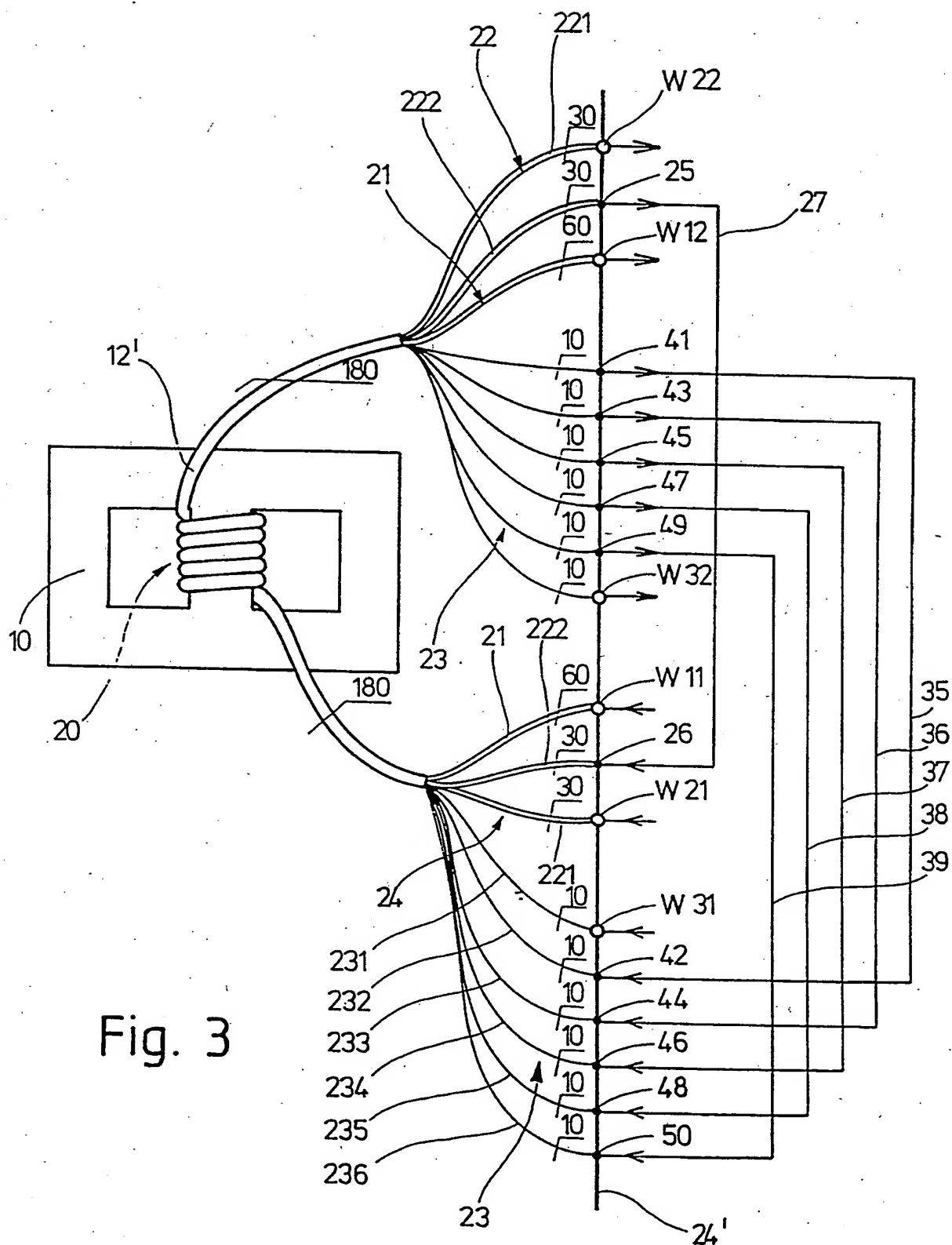


Fig. 3